



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift
⑪ DE 196 37 199 C 2

⑤ Int. Cl.⁸
F 21 V 7/22
F 21 S 11/00

② Aktenzeichen: 196 37 199.6-33
③ Anmeldetag: 12. 9. 98
④ Offenlegungstag: 28. 3. 98
⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 7. 98

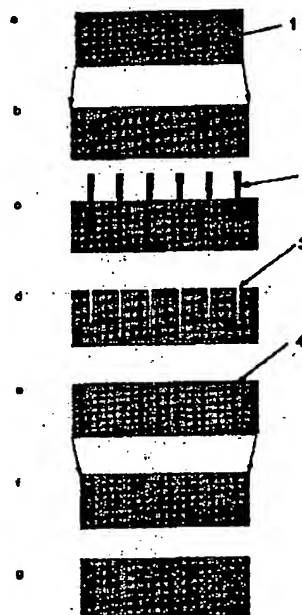
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE
⑧ Vertreter:
Münich . Rösler Anwaltskanzlei, 80689 München

⑦ Erfinder:
Wirth, Harry, Dipl.-Phys., 79108 Freiburg, DE
⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE-PS 1 50 366
DE-PS 1 13 391
DE 43 10 718 A1
CH 1 94 876
US 49 89 962
WO 94 25 792

⑥ Verfahren zur Herstellung eines flächig ausgebildeten Lichtumlenkelements sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

- ⑦ Verfahren zur Herstellung eines flächig ausgebildeten Lichtumlenkelements aus sonnenlichttransparenten, flexiblen Material mit zwei planen Oberflächen sowie Sonnenlicht totalreflektierende Grenzschichten, die zwischen den planen Oberflächen ausgebildet sind, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
- das flächig ausgebildete, sonnenlichttransparente flexible Material wird derart verformt, daß eine Oberfläche gedehnt wird,
 - von Seiten der gedehnten Oberfläche ausgehend werden in das sonnenlichttransparente, flexible Material parallel zueinander verlaufenden Schnitten eingebracht, die eine Schnitttiefe aufweisen, die kleiner ist als der Abstand zwischen beiden Oberflächen des sonnenlichttransparenten, flexiblen Material und keilförmig ausgebildete Spaltöffnungen im sonnenlichttransparenten, flexiblen Material ausformen,
 - ein Distanzmittel wird in die Spaltöffnungen eingebracht,
 - die Verformung des sonnenlichttransparenten, flexiblen Material wird aufgehoben, so daß beide Oberflächen des sonnenlichttransparenten, flexiblen Materials eine plane Form annehmen,
 - mittels eines Fixiermittels wird die Form des sonnenlichttransparenten, flexiblen Materials fixiert.



DE 196 37 199 C 2

DE 196 37 199 C 2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung flächig ausgebildeter Lichtumlenkelemente, die aus vornehmlich transparenten, flexiblen oder thermoplastischen Materialien bestehen und zwei plane Oberflächen sowie sonnenlichtreflektierende Grenzschichten aufweisen, die zwischen den planen Oberflächen vorgesehen sind. Ferner wird eine Vorrichtung zur Herstellung der vorstehend beschriebenen Lichtumlenkelemente, die aus thermo-plastischem Material gefertigt sind, angegeben.

Gattungsgemäße Lichtumlenkelemente werden in an sich bekannter Weise in Fenster eingesetzt, die in vertikalen Gebäudewänden vorgesehen sind.

In einer Reihe von Druckschriften, von denen einige im weiteren genannt werden und sich mit dem Thema der Verbesserung einer blendfreien Beleuchtung von Innenräumen mittels Tageslicht beschäftigen, wird mit Hilfe der in Rede stehenden Lichtumlenkelemente das in der Fig. 5a dargestellte Beleuchtungsproblem versucht zu lösen, das im wesentlichen darin besteht, daß das durch seitliche Fensteröffnungen in einen Raum einfallende Sonnenlicht bei einem durchschnittlichen Elevationswinkel der Sonne nur fenster-nahe Innenbereiche des Raumes beleuchtet werden. Die von der Fensterfront weiter entfernt liegenden Raumbereiche bleiben ohne weitere Vorkehrungen unbeleuchtet.

Mit Hilfe von bekannten Lichtumlenkelementen, die beispielsweise in der WO 94/25792, CH 194 876, DB-PS 1 13 391 sowie DE-PS 1 50 365 beschrieben sind, wird das vorstehende Problem derart gelöst, indem gemäß Fig. 5b ein Sonnenlicht umlenkendes Lichtumlenkelement LE in die Fensteröffnung integriert wird, das einfallendes Sonnenlicht zur Weiterleitung in die hinteren Raumbereiche umlenkt. Das in Fig. 5b dargestellte Lichtumlenkelement LE ist im oberen Fensterbereich angebracht und lenkt das von der Sonne kommende einfallende Licht an die Decke des Raumes um, an der das Licht in das Rauminnere zurückreflektiert wird.

Die körperlichen Ausgestaltungen bekannter Lichtumlenkelemente, die aus den vorstehend genannten Druckschriften zu entnehmen sind, weisen allesamt einen lichttransparenten, flächig ausgebildeten Körper mit einer planen Lichteintrittsoberfläche auf. Die der Lichteintrittsoberfläche entgegengesetzte Seite der Lichtumlenkelemente weist hingegen eine sich periodisch wiederholende Oberflächenstruktur auf, an der die gewünschte Lichtumlenkung durch Brechungs- und Reflexionseffekte in das Rauminnere erfolgt.

In einer weiteren Druckschrift, DB 43 10 718 A1, ist eine lichtumlenkende Vorrichtung zur automatischen Steuerung des Lichteinfalls in einem Raum beschrieben. Die Vorrichtung besteht aus mehreren, übereinander angeordneten, gleichartigen Lichtlenkprofilen L, die vorzugsweise zwischen zwei Glasplatten GP angeordnet sind (siehe hierzu die schematisierte Darstellung in Fig. 6a). Der konstruktive und mechanische Aufwand, derartige Lichtumlenkelemente zu bauen ist jedoch verhältnismäßig groß, so daß die Herstellung eines derartigen Lichtumlenksystems mit hohen Kosten verbunden ist. Ferner weist eine lichtreflektierende Oberfläche der Lichtlenkprofile eine metallische Oberfläche auf, an der das einfallende Licht reflektiert wird. Reflexionen an metallischen Oberflächen führen jedoch stets zu einer Eigen erwärmung des Elementes selbst, die durch Teilabsorption herführen und mit Lichtverlusten verbunden sind.

Neben dem Kostenfaktor zur Herstellung derartiger Lichtumlenkelemente und der Lichtverluste ist ein wesentlicher weiterer Nachteil dieses Systems die große Einbautiefe, die im cm-Bereich liegt, so daß ein Nachrüsten bestehender

Fenster erschwert ist. Desweiteren bieten vorstehende Lichtumlenkelemente nur stark beeinträchtigte Durchblicksmöglichkeit vom Innenraum durch das Lichtumlenkelement nach außen.

Hinsichtlich der Verbesserung der Durchsicht-Eigenschaften sowie der Verminderung der Lichtverluste ist in der US 4989952 ein auf der Basis der Totalreflexion beruhendes Lichtumlenkelement beschrieben, das aus einer Acrylplatte mit horizontal eingebrannten Luftspalten besteht. Die geradlinig in das Material mittels Laserstrahlung eingebrannten Luftspalte weisen eine derartige Neigung relativ zu den einfallenden, parallelen Lichtstrahlen auf, daß diese durch einfache Totalreflexion beispielsweise in einem Innenraum an die Decke abgelenkt werden können.

Zur Verdeutlichung der Lichtumlenkung im Wege der Totalreflexion geht aus Fig. 6b ein Grundaufbau eines derartigen Lichtelementes hervor, der eine Lichtein- LEI und eine Lichtaustrittsoberfläche LA aufweist. Die durch die Lichteintrittsoberfläche LE eintretenden Lichtstrahlen LI treffen auf zwischen den beiden Oberflächen befindliche, parallel zueinander ausgerichtete Grenzschichten G an denen sie im Wege der Totalreflexion umgelenkt werden und durch die Lichtaustrittsoberfläche LA in das Rauminnere (nicht dargestellt) gelangen. Hin auf der Totalreflexion beruhendes Flächenumlenkelement weist insbesondere den Vorteil auf, daß die Lichtverluste bedingt durch die Totalreflexion minimal sind.

In Fig. 6b ist schematisiert eine Vorrichtung zur Lichtumlenkung dargestellt, wie sie aus der US 4989952 zu entnehmen ist. Eine senkrecht aufgestellte Acrylglasplatte weist im inneren parallel zueinander angeordnete bzw. in die Acrylglasplatte eingearbeitete Grenzschichten G (siehe hierzu auch die vergrößerte Ausschnittszeichnung) auf, die beispielsweise im Wege einer Laserstrahlbehandlung vorzusehen sind. Die Grenzschichten können beispielsweise aus eingeschlossenen Luftspalten bestehen. Das von der linken Seite auf das Lichtumlenkelement eintreffende Licht LI wird intern an den Grenzschichten G im Wege der Totalreflexion an den Grenzschichten umgelenkt und tritt auf der Innenraumseite (rechte Seite der Vorrichtung) aus dem Lichtumlenkelement aus. Zwar werden die Durchsichteigenschaften durch die vorstehend beschriebene Lasertechnik eingebrachten Grenzschichten nur unwesentlich beeinträchtigt, so daß ein Beobachter im Innenraum ungehindert nach außen sehen kann, doch ist die Herstellung derartiger Lichtumlenkelemente sehr kostenintensiv, zumal Laservorrichtungen mit einer Präzisionsoptik erforderlich sind, um die Luftspalte in das lichttransparente Material einzuarbeiten. Überdies hat sich herausgestellt, daß im Rahmen des Laser-Herstellungsverfahrens nur ebene, d. h. geradlinige Schnitte erzeugt werden können. Die auf diese Weise erzeugte Dicke der eingebrannten Luftspalte ist jedoch relativ groß und die damit erzeugten Grenzflächen sind verhältnismäßig rau, so daß sich erhebliche Lichtverluste trotz Totalreflexion einstellen.

Alle bisher bekannten Lichtumlenksysteme, die auf der Basis der Totalreflexion beruhen und zur verbesserten Beleuchtung von Innenräumen dienen, sind nur mittels kostspieliger Verfahren herstellbar, so daß der Endpreis derartiger Lichtumlenkelemente sehr hoch ausfällt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung flächig ausgebildeter Lichtumlenkelemente aus sonnenlichttransparenten, flexiblem oder thermoplastischem Material mit zwei planen sowie sonnenlicht totalreflektierende Grenzschichten, die zwischen den planen Oberflächen ausgebildet sind, möglichst preiswert zu gestalten sowie den Einsatz preiswerter Materialien zu ermöglichen. Die erfindungsgemäßen Lichtumlenkelemente sollen vor-

zugsweise in Fensterflächen integrierbar sein, die in vertikalen Gebäudefassaden angeordnet sind. Unter diesem Gesichtspunkt sollen sie insbesondere eine geringe Bautiefe aufweisen, um ein leichtes Nachrüsten zu gewährleisten. Die Durchsicht-Eigenschaften sollen dabei weitgehend unbeeinträchtigt bleiben. Ferner gilt es zur Herstellung der Lichtumlenkelemente geeignete Werkzeuge zu schaffen, die zur Reduzierung der Herstellungskosten beitragen sollen.

Lösungen der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe sind in den Ansprüchen 1, 9, 13 und 14 angegeben. Anspruch 15 bezieht sich auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung, mit der die Verfahren gemäß Ansprüchen 13 und 14 durchführbar sind. Den Erfindungsgedanken weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung flächig ausgebildeter Lichtumlenkelemente aus sonnenlichttransparenten flexiblen oder thermoplastischen Material sehen das Einbringen von schmalen Luftspalten, die vorzugsweise einen Spaltabstand im Millimeterbereich aufweisen, im inneren des sonnenlichttransparenten Materials vor. Überdies weisen die in das sonnenlichttransparente Material eingearbeiteten Grenzflächen eine sehr hohe Qualität auf, so daß das an ihnen totalreflektierte Licht verlustfrei umgelenkt wird.

In einem ersten erfindungsgemäßen Verfahren gemäß Anspruch 1 wird das sonnenlichttransparente, flächig ausgebildete, flexible Material, das vorzugsweise aus einem transluzenten Kunststoff mit der Konsistenz von thermoplastischen Elastomeren besteht, derart verformt, so daß wenigstens eine Oberfläche des Materials gedehnt wird.

Als sonnenlichttransparente, flächige Materialien eignen sich insbesondere großflächige Kunststofffolien aus Weich-PVC, die typischer Weise eine Foliendicke im Millimeterbereich aufweisen. Die erfindungsgemäße Verformung im ersten Verfahrensschritt erfolgt vorzugsweise mit Hilfe eines Zylinders, auf dessen Manteloberfläche die Kunststoffolie aufgebracht ist. Auf diese Weise wird die dem Zylinder abgewandte Oberfläche der Kunststoffolie gedehnt. Selbstverständlich kann die Folie auch über ihre gesamte Breite gedehnt werden, so daß das gesamte Folienmaterial gedehnt ist. Dies setzt jedoch eine entsprechende Spann- bzw. Dehneinrichtung für die Folie voraus.

Mit Hilfe geeigneter Schneidevorrichtungen, die aus festen oder rotierenden Klingen bestehen, wird die gedehnte Kunststoffoberfläche einseitig mit Schnitten versehen, die eine Schnitttiefe aufweisen, die kleiner als die Foliendicke ist.

Auf diese Weise werden eine Vielzahl parallel nebeneinander verlaufende geradlinige Schnitte in die Folienoberfläche eingebracht, so daß sich aufgrund der Dehnung der Folie leicht V-förmig auseinanderklaffende Spalte ergeben, in die in einem weiteren Verfahrensschritt ein Trennmittel eingebracht wird. Das Trennmittel, das von pulverförmiger Konsistenz ist, dient als Abstandhalter, so daß die durch einen Schnitt verursachten, sich gegenüberstehenden Schnittflächen nach Aufheben der Dehnung, indem die Folie bspw. von der Zylindermanteloberfläche abgenommen wird, nicht durch Adhäsionskräfte unmittelbar aneinander stoßen und somit die Ausbildung konkreter Grenzflächen verhindern. Nach Aufhebung der Verformung wird das überschüssige Trennmittel entfernt, so daß sich das Trennmittel ausschließlich in den Zwischenspalten der in die Folie eingebrachten Schnitte befindet.

In einem letzten Verfahrensschritt wird eine aus dem gleichen Material wie die eingeschnittene Folie, weitere Folie auflaminiert, wodurch die Spalten versiegelt werden. Auf diese Weise entsteht eine kompakte Folie, die nach Aufbringen einer selbstklebenden Schicht an die Innenseite einer

Fensterscheibe aufgeklebt werden kann. Die Folie ist dabei derart an die Fensterscheibe zu fixieren bzw. an ihr anzubringen, daß die in die Folie eingebrachten Schnitte horizontal verlaufen, so daß das von außen auf die Fensterscheibe einfallende Licht an den horizontal verlaufenden Schnittebenen einmal totalreflektiert wird, um in das Innere des Raumes abgelenkt zu werden.

Das Vorsehen der vorstehend beschriebenen, durch das Einbringen von Schnitten in eine Kunststoffolie erzeugbaren Grenzflächen ist gemäß einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren nach Anspruch 9 in einer alternativen Vorgehensweise zu realisieren. Als Ausgangsmaterial für die weitere erfindungsgemäße Verfahrensvariante dient wieder eine transluzente Kunststoffolie, bestehend beispielsweise aus Polypropylen, die zudem über thermoplastische Eigenschaften verfügt.

Selbstverständlich sind auch bei dem vorstehend beschriebenen Verfahren thermoplastische Materialien verwendbar, ihre thermoplastischen Eigenschaften sind jedoch für den Erfolg dieses Verfahrens nicht unbedingt erforderlich. Im Gegensatz hierzu hängt der Erfolg des zweiten Verfahrens gemäß Anspruch 9 sehr wohl von den thermoplastischen Eigenschaften des Materials ab.

In einem ersten erfindungsgemäßen Schritt wird die flächig ausgebildete Kunststoffolie in gleich große, parallel verlaufende Streifen unterteilt. Die Unterteilung erfolgt vorzugsweise mit Hilfe geeigneter Schneidewerkzeuge. Durch den Schneidevorgang werden Schnittkanten bzw. Trennkanten erzeugt, deren Oberflächengüte schlechter als die ursprüngliche Folienober- bzw. -unterseite ist, d. h. durch den Schneidevorgang kann eine gewisse Oberflächenrauheit nicht unterschritten werden. Die auf diese Weise durchtrennten Folienstreifen werden in einem weiteren Verfahrensschritt derart aneinander gelegt, so daß sich die ursprünglichen Folienober- bzw. -unterseiten gegenüberliegen. Die auf diese Weise zusammengefügt Folienstreifen ergeben nun zwei neue Folienober- und -unterseiten, deren Oberflächenrauheit durch die ursprünglichen Schnitt- bzw. Trennkanten, an denen die ursprüngliche Folie durchgeschnitten wurde, bestimmt ist. Wesentlich hierbei ist jedoch, daß die Seiten der ursprünglichen Folienober- und -unterseite, die über eine hohe Oberflächenqualität verfügen, unmittelbar aneinander grenzen.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird eine Wärmequelle an eine der durch die Trennkanten neu gebildeten Folienoberfläche angebracht, die den Oberflächenbereich derart aufheizt, bis eine oberflächennahe Verschmelzung des Kunststoffmaterials erfolgt. Vorzugsweise kann auf der gegenüberliegenden Seite eine Kühlquelle vorgesehen werden, so daß sich ein starker Temperaturgradient innerhalb der neu angeordneten Folie ausbildet. Das Aufheizen an einer Folienoberfläche wird deart durchgeführt, so daß das Folienoberflächenmaterial zu einer glatten neuen Oberfläche verschmolzen wird, ohne jedoch die sich gegenüberliegenden ursprünglichen Folienoberflächen im Inneren der neu gebildeten Folie zu verschmelzen.

Dieser Vorgang wird an der gegenüberliegenden Folienoberfläche wiederholt, so daß eine beidseitig glatte Oberflächen aufweisende neue Folie mit im Inneren vorhandenen Grenzflächen erhalten wird. Als Wärme- und Kältequelle werden vorzugsweise zwei entsprechend temperierte Walzen eingesetzt, die über die vorstehend beschriebene Folienanordnung geführt werden.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines flächig ausgebildeten Lichtumlenkelementes ist das Ausnutzen der sehr guten Oberflächenqualität von herkömmlichen Kunststoffolien für die Ausbildung interner Grenzflächen, an denen zur Licht-

umlenkung die Totalreflexionsereignisse stattfinden. Das erfindungsgemäße Verfahren bedarf ausschließlich herkömmlicher Werkzeuge, wie sie zum Schneiden von Folien bzw. zum Erwärmen und Kühlen von Folien verwendet werden. Es stellt somit neben den anderen erfindungsgemäßen Verfahren eine preisgünstige Alternative zu herkömmlichen Verfahren dar.

Das auf diese Weise bereitgestellte Lichtumlenkelement läßt sich ebenso wie im vorstehend geschilderten Fall mit einer selbstklebenden Schicht versehen, so daß die mit internen Grenzflächen versehene Folie in geeigneter Weise an Fensterscheiben aufgebracht werden kann.

Ähnlich zu der vorstehend beschriebenen Verfahrensvariante nach Anspruch 9, in der zur Ausbildung der für die Totalreflexion erforderlichen Grenzflächen die hohe Oberflächenqualität der Folienober- und -unterseite genutzt wird, sieht das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 13 ein einfaches Herstellungsverfahren derartiger, lichtumlenkender Folien vor, das ebenso die ursprünglichen Folienoberflächen als Grenzschichten zur Totalreflexion nutzt.

Erfindungsgemäß wird eine Vielzahl von Folien, die aus sonnenlichttransparentem, thermoplastischem Material bestehen, zu einem Folienstapel übereinander gelegt. Mittels einer thermischen Schneidevorrichtung wird der Folienstapel senkrecht zu den Folienoberflächen in parallel zueinander verlaufende Schnittebenen vollständig durchtrennt. Auf diese Weise werden Folienstapel-Scheiben erhalten, die mit Hilfe einer geeigneten Schneidevorrichtung eine glatte Vorder- und Rückseite aufweisen.

Um mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren möglichst großflächige lichtumlenkende Elemente zu erhalten, müssen sehr viele Folien übereinandergelagt werden, da sich die Fläche der auf diese Weise erhaltenen Folienstapel-Scheiben im wesentlichen aus der Stapelhöhe und damit verbunden aus der Vielzahl der übereinandergelagerten Folien bestimmt.

Zur Durchtrennung des Folienstapels dient eine erfindungsgemäße Schneidevorrichtung, die aus einem Heizdraht besteht, an dem eine Metallfolie in Art einer Fahne angebracht ist. Die Metallfolie ist vorzugsweise rechteckig ausgebildet und verbindet, daß das thermoplastische Material hinter dem Heizdraht quer zur Drahtführung verschmilzt. Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die hierzu erforderliche Vorrichtung wird in den nachstehenden Figuren im einzelnen beschrieben.

Schließlich ist im Anspruch 14 ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren angegeben, das der Herstellung der in Rede stehenden Lichtumlenkelemente, die auf der Basis von Totalreflexionen arbeiten, dient.

Erfindungsgemäß wird hierbei das flächige, sonnenlichttransparente, thermoplastische Material mit Hilfe einer erfindungsgemäßen thermischen Schneidevorrichtung bearbeitet, die das Material in senkrecht zu den Oberflächen liegenden Ebenen derart durchsetzt, so daß sich zwischen den Oberflächen ein Bereich ausbildet, der einen Hohlraum einschließt. Erfindungsgemäß wird das Durchsetzen des flächigen, sonnenlichttransparenten, thermoplastischen Materials mittels der Schneidevorrichtung in parallel zueinander liegenden Ebenen wiederholt durchgeführt.

Besonders hierfür geeignet ist als sonnenlichttransparentes, thermoplastisches Material eine geeignete Kunststoffolie, die eine Foliendicke im Zentimeterbereich und darunter aufweist. Die verhältnismäßig starke Folie wird linienförmig senkrecht zu ihrer Folienoberfläche mit Hilfe einer thermischen Schneidevorrichtung durchsetzt, die erfindungsgemäß aus einem Heizdraht besteht, an dem einseitig eine rechteckige Metallfolie angebracht ist, mit einer Breite, die kleiner bemessen ist, als die Foliendicke. Diese Schnei-

devorrichtung durchsetzt die Folie derart, daß die rechteckige Metallfolie möglichst mittig innerhalb der Folie unmittelbar hinter dem Heizdraht nachgezogen wird. Der stromdurchflossene Heizdraht schmilzt dabei den ihn umgebenden Kunststoffbereich auf, während er gradlinig durch die Kunststoffolie gezogen wird. An den Randbereichen der Folie unmittelbar hinter dem Heizdraht verbindet sich das aufgeschmolzene Folienmaterial wieder, wohingegen im Bereich der Metallfolie sich das Material derart abkühlt, so daß nach der Metallfolie zwei abstandsfreie, einen Hohlraum einschließende Grenzflächen entstehen.

Die gemäß Anspruch 15 erfindungsgemäße Vorrichtung wird in mehreren, parallel zueinander verlaufenden Ebenen durch das zu bearbeitende Folienmaterial gezogen, so daß sich parallel übereinanderliegende für die Totalreflexion geeignete Grenzflächen innerhalb des Material bilden.

Die vorstehend beschriebenen, erfindungsgemäßen Verfahren dienen einheitlich der kostengünstigen Herstellung von Lichtumlenkelementen, die zur Verbesserung der Innenbeleuchtung von Räumen dienen.

Die erfindungsgemäßen Verfahren sowie die Vorrichtung gemäß Anspruch 15 wird in nicht einschränkender Weise mit den nachstehenden Ausführungsbeispielen anhand der Figuren beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1a-g Sequenzdarstellung der Verfahrensschritte zur Herstellung eines Lichtumlenkelementes durch Einbringen von Schnitten, in die Trennpulver eingebracht werden,

Fig. 2a-e Sequenzdarstellung zur Herstellung eines Lichtumlenkelementes, das aus geschnittenen Streifen zusammengefügt und mittels Wärmequelle behandelt wird,

Fig. 3 Darstellung zur Herstellung eines Lichtumlenkelementes aus einem Folienstapel,

Fig. 4 Darstellung zur Erzeugung von Hohlräumen in eine sonnenlichttransparente Folie mit Hilfe einer erfindungsgemäßen Schneidevorrichtung,

Fig. 5a, b Beleuchtungsverhältnisse im Innenraum ohne und mit Lichtumlenkelement sowie

Fig. 6a, b Darstellung von Lichtumlenkelementen gemäß Stand der Technik.

In Fig. 1 sind Sequenzdarstellungen a-g zur Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch 1 angegeben. Die in Fig. 1a dargestellte Folie ist in der Querschnittsdarstellung gezeigt und wird gemäß Teilbilddarstellung b über ihre gesamte Länge gedehnt (siehe hierzu Pfeildarstellung). Die Dehnung der Folie 1, die erfindungsgemäß wenigstens entlang einer Folienoberfläche erfolgen soll, kann, wie im dargestellten Fall, über die gesamte Folienbreite erfolgen oder, wie bereits vorstehend angedeutet, mit Hilfe eines Zylinders durchgeführt werden, an dessen Oberfläche die Folie aufgelegt wird. Auf diese Weise wird die Außenseite der Folie gedehnt, wohingegen die Innenseite gestaucht wird.

Die in der Fig. 1c über die gesamte Länge gedehnte Folie 1 wird einseitig mittels einer geeigneten Schneidevorrichtung mit einer bestimmten Schnitttiefe eingeschnitten. Die Schneidevorrichtung 2 besteht im dargestellten Beispiel aus einer Vielzahl nebeneinander angeordneter Klingen, die feststehend oder rotierend gelagert sind.

Die Schneidevorrichtung ist dabei derart ausgebildet, daß die Schnitttiefe kleiner als die Foliendicke ist und der gegenseitige Abstand zweier benachbarter Spalte in etwa der Schnitttiefe entspricht.

Die sich auf diese Weise ergebenden Einschnitte bzw. Spalte 3, die in Fig. 1d dargestellt sind, verbleiben aufgrund der Foliendehnung offen. In die Spaltzwischenräume wird anschließend ein Distanzmittel 4, das von pulverförmiger Konsistenz ist, eingebracht, so daß die Schnittkanten der Spalte 3 nach Aufheben der Verformung gemäß Fig. 1f nicht

in unmittelbare gegenseitige Berührung kommen. Schließlich wird in einem letzten Verfahrensschritt eine aus dem gleichen Material wie die sonnenlichttransparente Folie, weitere Folie auf die eingeschnittene Folie aufgebracht, wie es in der Fig. 1g dargestellt ist.

Auf diese Weise ist mit einfachen Mitteln eine sonnenlichttransparente dünne Folie herzustellen, in deren Innenraum durch ein Trennmittel getrennte Grenzflächen eingearbeitet sind, an denen die für die Lichtumlenkung erforderliche Totalreflexion stattfinden kann.

Anhand der Sequenzdarstellungen gemäß Fig. 2a-c wird das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Anspruch 9 beschrieben. Aus Fig. 2a geht die Querschnittsdarstellung durch eine transluzente Folie 1 hervor. Die Folie 1 wird gemäß Teilbilddarstellung 2b entlang der Schnittkanten S, von denen jeweils nur eine mit dem Bezugszeichen S versehen ist, in jeweils gleich große, parallel verlaufende Streifen durchtrennt. Die Schnittrichtung ist senkrecht zur Zeichenebene. Die auf diese Weise erhaltenen einzelnen Streifen weisen zwei sich gegenüberliegende glatte Oberflächenseiten auf, die von der ursprünglichen Folienober- und unterseite herühren. In den Teilfig. 2b und 2c sind diese Oberflächenbereiche jeweils mit geradlinigen Linienzüge angegeben. Die durch den Schnittvorgang entstehenden Schnittflächen weisen hingegen unregelmäßige Oberflächen auf, die durch eine kantige Linienführung in den Fig. 2b und 2c dargestellt sind. Gemäß Fig. 2c werden die einzelnen Streifen derart aneinander gelegt, so daß die glatten Oberflächen einander gegenüber liegen. In einem weiteren Verfahrensschritt gemäß Fig. 2d wird die unregelmäßige obere Seite der zusammengelegten Streifen mit Hilfe einer Wärmequelle W, die im dargestellten Beispiel als Walze ausgeführt ist, aufgeheizt. An der gegenüberliegenden Seite ist eine Kältequelle K vorgesehen, so daß ein starker Temperaturgradient quer die Streifenanordnung entsteht. Die Wärmequelle W heizt dabei einseitig das Oberflächenmaterial der Folien auf und bringt dieses zum Schmelzen, so daß auf dieser Seite eine glatte Oberfläche entsteht. Der gleiche Vorgang wird gemäß Fig. 2e in umgekehrter Anordnung an der Folienanordnung durchgeführt.

Die auf diese Weise behandelte Folienanordnung führt dazu, daß die ursprünglichen Oberflächen der Folien nun im Inneren der Folienanordnung zu liegen kommen und Grenzflächen G bilden, an denen die für die Lichtumlenkung erforderliche Totalreflexion stattfinden kann.

Das Ausnützen der hohen Oberflächengüte von Folien für die Ausbildung von Grenzflächen sieht ebenfalls das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Anspruch 13 vor, das anhand der Fig. 3 näher beschrieben wird. In Fig. 3 ist ein von der Seite zu betrachtender Folienstapel dargestellt, der mit Hilfe einer erfindungsgemäßen Schneidevorrichtung senkrecht zu den Folienoberflächen von links nach rechts in der dargestellten Weise durchgeschnitten wird. Die erfindungsgemäße Schneidevorrichtung besteht aus einem Heizdraht H sowie einer an dem Heizdraht H angebrachten Metallfolie M, die vergleichsweise einer Fahne in Schneidrichtung hinter dem Heizdraht H nachgeführt wird. Der Heizdraht H bringt das aus thermoplastischem Material bestehende sonnenlichttransparente Kunststoffmaterial, aus dem die einzelnen Folien des Folienstapels FH bestehen, zum Schmelzen, wobei das aufgeschmolzene Material durch die Metallfolie M quer zu den einzelnen Stoßkanten der einzelnen Folien verteilt wird, so daß hinter der Metallfolie eine homogene glatte Oberfläche entsteht.

Mit Hilfe dieser Vorrichtung und des angegebenen Verfahrens ist es möglich, aus einem einzigen Stapel übereinandergelegter Folien eine Vielzahl von Lichtumlenkelementen in nur einem einzigen Verfahrensschritt herzustellen, der

ausschließlich im Abtrennen einzelner Scheiben aus dem Folienstapel mit Hilfe der erfindungsgemäßen Schneidevorrichtung besteht. Die einzelnen Folienscheiben können dann in an sich bekannter Weise derart in Fensterbereichen angebracht werden, so daß die einzelnen aneinandergrenzenden Folienoberflächen, die beidseitig jeweils durch den Schneidvorgang eingeschweift sind, horizontal verlaufen.

Die Darstellung gemäß Fig. 4 zeigt den Einsatz einer erfindungsgemäßen Schneidevorrichtung zur Herstellung eines Lichtumlenkelementes aus einer etwas dicker ausgestalteten Folie mit einer Foliendicke typischerweise im Zentimeterbereich oder darunter. Die Folie F gemäß Fig. 4 ist in einer Querschnittsdarstellung von oben gesehen gezeigt. Die Zeichenebene stellt die Schnittebene für eine erfindungsgemäße Schneidevorrichtung dar, die aus einem Heizdraht H und einer nachfolgenden Metallfolie M besteht. Die Metallfolie M ist dabei derart dimensioniert, daß ihre Breite kleiner als die Foliendicke und ihre Länge derart bemessen ist, daß das durch den Heizdraht H aufgeschmolzene Material nach Passieren der Metallfolie M in einem weitgehend erstarrten Zustand ist, so daß sich nach der Metallfolie ein beidseitig umschlossener Hohlraum Ho innerhalb der Folie F bilden kann. Das seitlich aus der Folie austretende Folienmaterial wird mit Hilfe einer Schneidevorrichtung Se seitlich abgetragen.

Die in der Fig. 4 dargestellte Schneidevorrichtung Se, wird im angegebenen Beispiel von links nach rechts geradlinig durch die Folie gezogen, wobei der Schneidvorgang in parallel untereinander liegenden Ebenen innerhalb der Folie F wiederholt wird. Der sich in diesem Verfahren ausbildende Hohlraum Ho wird von zwei Grenzschichten umschlossen, an denen die für die Lichtumlenkung erforderliche Totalreflexion stattfindet.

Die Fig. 5 und 6 geben den Stand der Technik wieder und sind bereits in der Beschreibungseinleitung ausführlich beschrieben worden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines flächig ausgebildeten Lichtumlenkelementes aus sonnenlichttransparenten, flexiblen Material mit zwei planen Oberflächen sowie Sonnenlicht totalreflektierenden Grenzschichten, die zwischen den planen Oberflächen ausgebildet sind, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
 - das flächig ausgebildete, sonnenlichttransparente flexible Material wird derart verformt, daß eine Oberfläche gedehnt wird,
 - von Seiten der gedehnten Oberfläche ausgehend werden in das sonnenlichttransparente, flexible Material parallel zueinander verlaufenden Schnitten eingebracht, die eine Schnitttiefe aufweisen, die kleiner ist als der Abstand zwischen beiden Oberflächen des sonnenlichttransparenten, flexiblen Material und keilförmig ausgebildete Spaltöffnungen im sonnenlichttransparenten, flexiblen Material ausformen,
 - ein Distanzmittel wird in die Spaltöffnungen eingebracht,
 - die Verformung des sonnenlichttransparenten, flexiblen Material wird aufgehoben, so daß beide Oberflächen des sonnenlichttransparenten, flexiblen Materials eine plane Form annehmen,
 - mittels eines Fixiermittels wird die Form des sonnenlichttransparenten, flexiblen Materials fixiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das sonnenlichttransparente, flexible Material

eine Kunststoffolie mit einer Konsistenz eines thermoplastischen Elastomers ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffolie auf einer Mantelfläche eines Zylinderskörpers zur Verformung aufgelegt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die gedehnte Oberfläche mittels feststehenden oder rotierenden Klingen eingeschnitten wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Distanzmittel pulverförmig ist und ein vollständiges Schließen der Spaltöffnungen nach Aufheben der Verformung verhindert.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Fixiermittel eine dünne Folie aus dem gleichen Material wie das sonnenlichttransparente, flexible Material nach Aufheben der Verformung auflaminiert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Fixiermittel eine dünne Folie ist, die wenigstens einseitig selbstklebend ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zweier Schnitte in etwa der Schnitttiefe entspricht.

9. Verfahren zur Herstellung eines flächig ausgebildeten Lichtumlenkelementes aus sonnenlichttransparenten, thermoplastischen Material mit zwei planen Oberflächen sowie Sonnenlicht totalreflektierende Grenzschichten, die zwischen den planen Oberflächen ausgebildet sind, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- das sonnenlichttransparente, flexible Material wird zum Erhalt von in etwa gleich großen Streifen durchtrennt, die jeweils zwei gegenüberliegende Trennkanten sowie zwei gegenüberliegende plane Oberflächen aufweisen,

- die Streifen werden derart zusammengefügt, daß die planen Oberflächen jeweils benachbarter Streifen nahtlos gegenüberliegen und deren Trennkanten zwei gegenüberliegende, jeweils der Konturen der Trennkanten entsprechende Oberflächen bilden,

- mittels einer Wärmequelle, die zunächst mit einer aus den Trennkanten zusammengesetzten Oberfläche in thermischen Kontakt gebracht wird, wird diese Oberfläche zu einer planen Oberfläche verschmolzen, dieser Schmelzvorgang wird anschließend an der gegenüberliegenden Oberfläche wiederholt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zur Wärmequelle, die mit einer Oberfläche, die aus den Trennkanten gebildet wird, in thermischen Kontakt steht, eine Kältequelle verwendet wird, die mit der gegenüberliegenden Oberfläche in thermischen Kontakt gebracht wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das flächig ausgebildete sonnenlichttransparente, thermoplastische Material eine Kunststoffolie mit einer Foliendicke von einigen Millimetern ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelzvorgang an den durch die Trennkanten gebildeten Oberflächen derart durchgeführt wird, daß der Oberflächenbereich verschmolzen wird, ohne dabei die gegeneinander angrenzenden planen Oberflächen benachbarter Streifen über ihre gesamte Erstreckung zu verschmelzen.

13. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9 gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- eine Anzahl von Folien, die aus dem sonnenlichttransparenten, thermoplastischen Material bestehen werden zu einem Folienstapel übereinander gelegt,

- mittels einer thermischen Schneidvorrichtung wird der Folienstapel senkrecht zu den Folienflächen in parallel zueinander verlaufenden Schnittebenen vollständig durchtrennt, so daß Folienstapel-Scheiben erhalten werden,

- die Seiten der Folienstapel-Scheiben werden durch die thermische Schneidvorrichtung zu glatten Oberflächen verschmolzen.

14. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9 gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- das flächige, sonnenlichttransparente, thermoplastische Material wird mit Hilfe einer thermischen Schneidvorrichtung bearbeitet, die das Material in senkrecht zu den Oberflächen liegenden Ebenen derart durchsetzt, so daß sich zwischen den Oberflächen ein Bereich ausbildet, der einen Hohlraum einschließt sowie oberflächen-nabe Randbereiche nach dem Durchsetzen der Schneidvorrichtung stofflich wieder zusammengefügt werden,

- das Durchsetzen des flächigen, sonnenlichttransparenten, thermoplastischen Materials mittels der Schneidvorrichtung wird in parallel zueinander liegenden Ebenen wiederholt.

15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Herstellung eines flächig ausgebildeten Lichtumlenkelementes aus sonnenlichttransparenten, thermoplastischen Material dadurch gekennzeichnet, daß ein beidseitig in eine Halterung eingespannter, mit elektrischen Strom versorgbarer Heizdraht angeordnet ist, an dem ein Flächenelement angebracht ist, das eine Dicke in der Größenordnung des Heizdrahtes aufweist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Flächenelement eine Metallfolie ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallfolie rechteckförmig ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

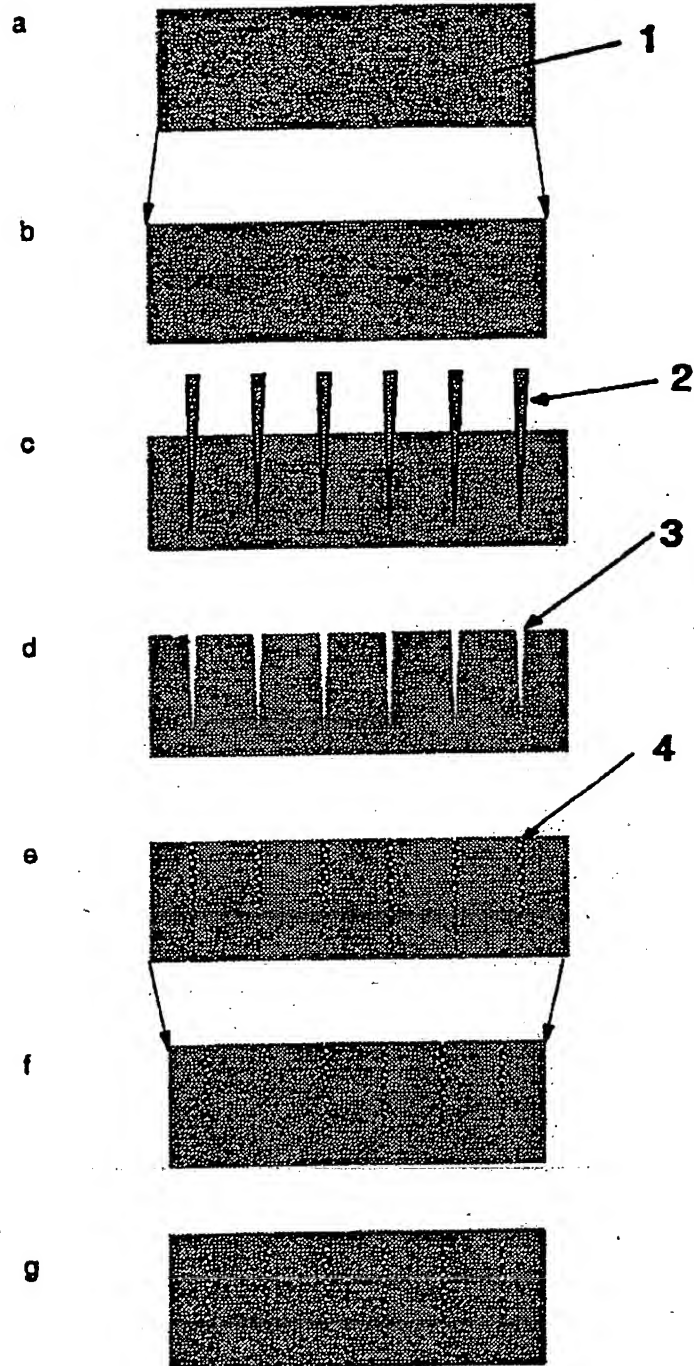


Fig. 1

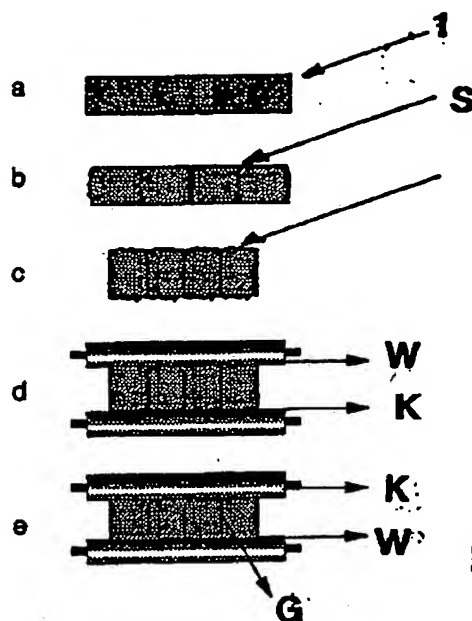


Fig. 2

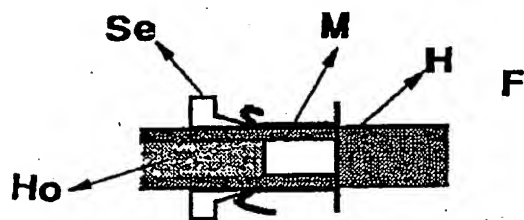


Fig. 4

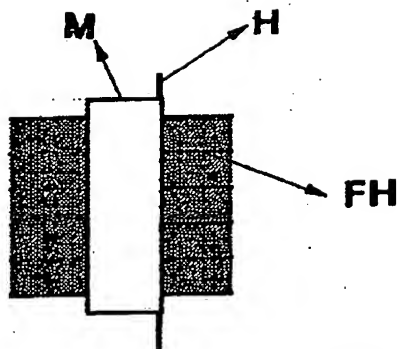


Fig. 3

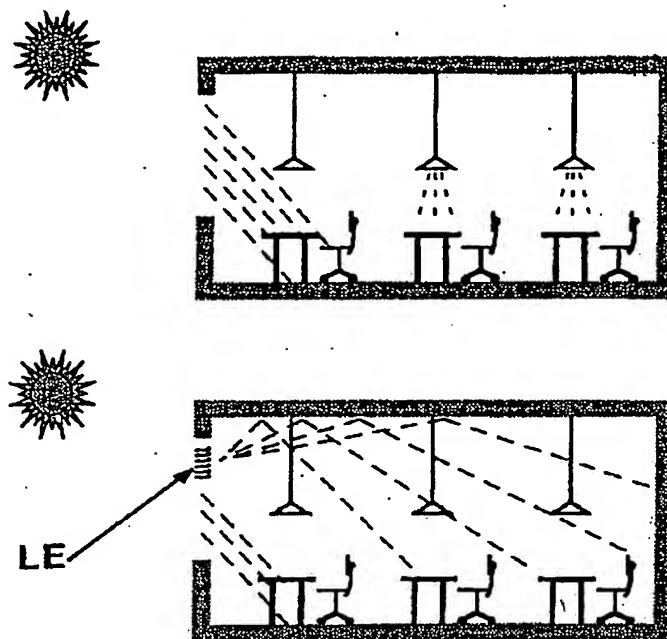
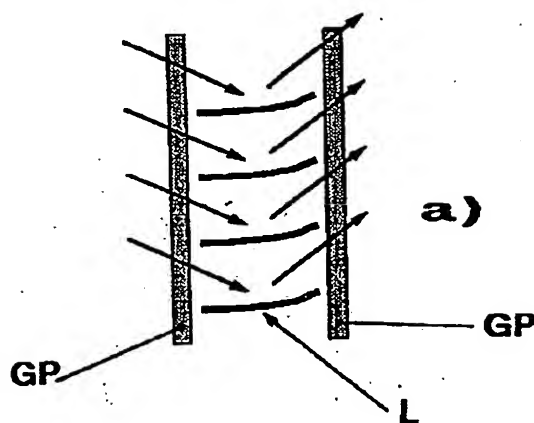
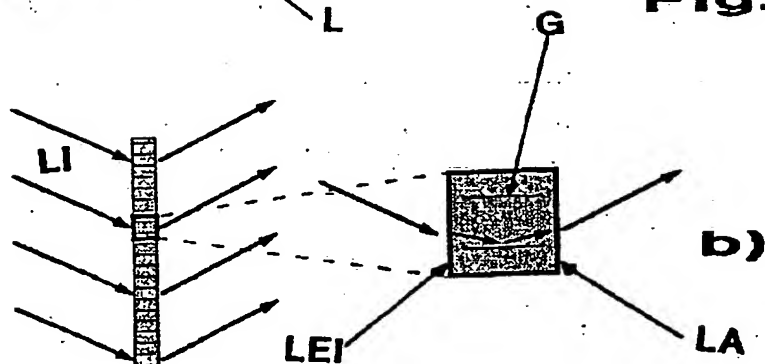


Fig. 5



St. d. T.

Fig. 6



DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011790546 **Image available**
WPI Acc No: 1998-207456/199818
XRPX Acc No: N98-164691

Producing laminar designed light deflecting element of flexible material
transparent to sunlight - using method with number of steps and heated
wire, working flexible material to stretch one surface provided with cuts
running mutually parallel

Patent Assignee: FRAUNHOFER GES FOERDERUNG ANGEWANDTEN (FRAU)
Inventor: WIRTH H

Number of Countries: 018 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
WO 9811320	A1	19980319	WO 97DE2046	A	19970912	199818 B
DE 19637199	A1	19980326	DE 1037199	A	19960912	199818
DE 19637199	C2	19980716	DE 1037199	A	19960912	199832

Priority Applications (No Type Date): DE 1037199 A 19960912

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

WO 9811320 A1 G 34 E06B-009/24

Designated States (National): US

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC
NL PT SE

DE 19637199 A1 10 F21V-007/22

DE 19637199 C2 F21V-007/22

Abstract (Basic): WO 9811320 A

The method produces laminar designed light deflecting elements from
material (1) transparent to sunlight, with two plane boundary layers
totally reflecting sunlight, which are provided between the plane
surfaces. A system is also provided for carrying out the method.

The method also includes the application of narrow air gaps (3) in
the flexible material, which have a gap distance in the micrometer
range, which is smaller than the distance between both surfaces of the
flexible material. The boundary surfaces worked into the material
transparent to sunlight has a very high quality, so that the light is
totally reflected at these surfaces is deflected without losses.

ADVANTAGE - Cost effective prodn. Easily integratable in window
surfaces. It has small structural depth. Visibility characteristics
remain substantially unimpaired. Suitable tools can contribute to
reduction of prodn. costs.